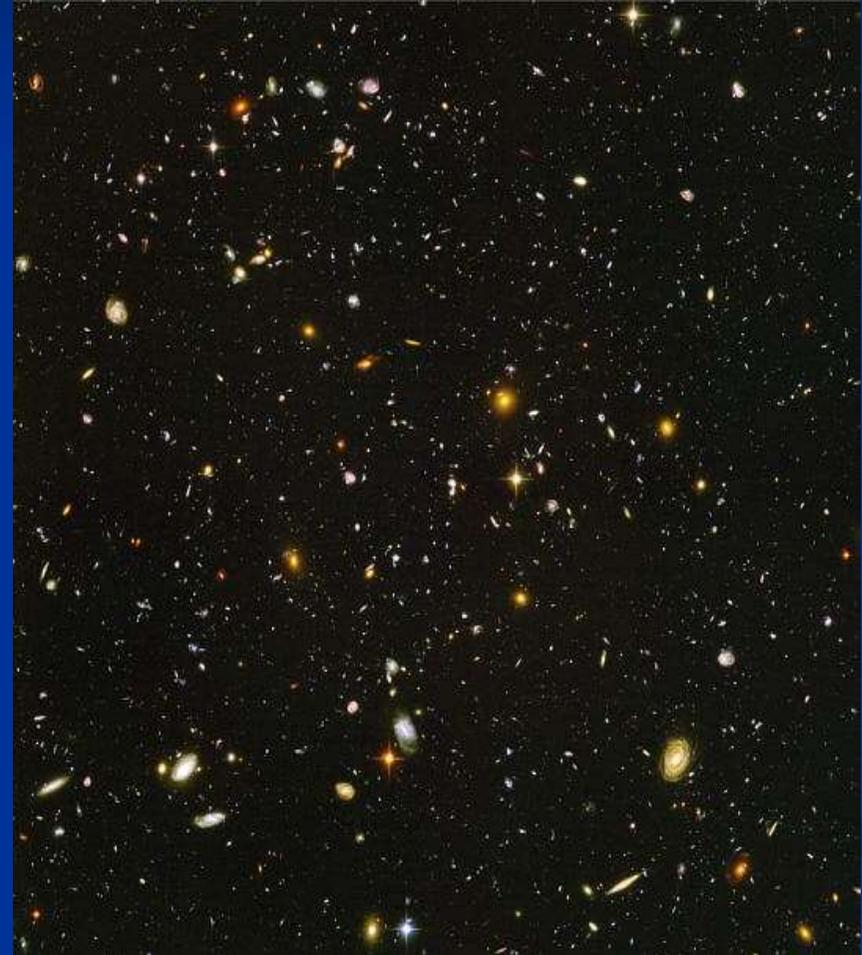


# Universo e o Sistema Solar

# Considerações Sobre o Universo

- Definição: tudo aquilo que existe. Engloba milhares de milhões de galáxias com diferentes formas.
- O Universo é gigantesco, contudo é finito. Por estranho que pareça é fundamentalmente espaço vazio. A matéria está aglomerada em galáxias.
- cada foco de luz (na imagem) mostra uma galáxia



# Galáxia

- Uma galáxia é um sistema complexo composto de numerosos corpos celestes, a maioria estrelas e planetas, com gás disperso e que apresentam uma movimentação própria provocada pela gravidade.



- Até ao século XIX, conhecia-se apenas uma a nossa Via Láctea. Era todo o Universo conhecido. Hoje os telescópios possibilitam obter imagens de vários tipos de galáxias. Existem galáxias: elípticas ou circulares, espirais e irregulares.
- Além das galáxias existem muitos outros sistemas de estrelas aproximadamente do mesmo tamanho. Estes sistemas são chamados de nebulosas extragaláxias e estão espalhados de modo regular e uniforme através do espaço. O sistema mais próximo de nós é a nebulosa de **Andrômeda** situado a uma distância de aproximadamente 1 bilhão de anos-luz.

# Teorias sobre a Formação do Universo

- Teoria do “big-bang” (grande expansão, na verdade um “inchaço”) ou teoria evolutiva = **Mais Aceita**. No início, não haviam galáxias, estrelas e nem mesmo muita matéria. Ao invés disso, havia um “globo” de tremenda energia que “inflou” e, ao expandir-se, resfriou transformando a energia em matéria ( $E = mc^2$ ). Com isso, as grandes quantidades de matéria transformaram-se em galáxias e as estrelas se individualizaram dentro de cada galáxia. As estrelas estão se afastando uma das outras

# Teorias

- **Universo Constante** = Sugere que à medida que as galáxias se afastam uma das outras, mais hidrogênio se forma nos espaços “vazios” deixados pelas mesmas, de maneira ainda desconhecida. Talvez novas galáxias se formem para substituir as que estão em recessão ou em extinção.

# Teorias

- **Universo Oscilante** = Sugere que a expansão pode cessar e iniciar um processo contrário, ou seja, as galáxias se aglomerariam para depois expandir. Eternamente expandindo e contraindo com um “Gigantesco Pulmão”.

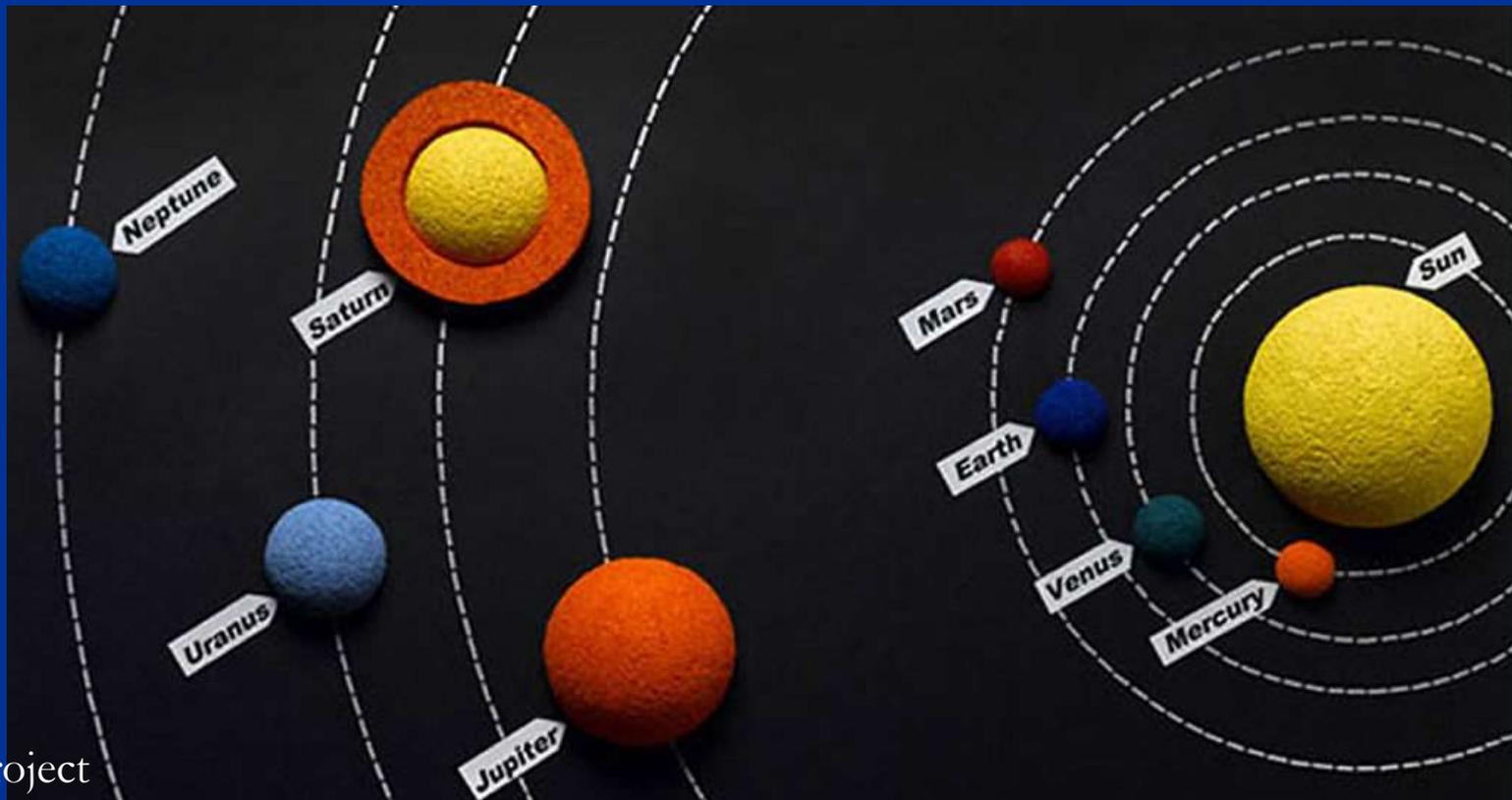
- A teoria de um Universo dinâmico a expandir-se, implica que o Universo tem permanecido e continua em estado de evolução. Então em alguma época o Universo encontrava-se “contraído formando um ponto” ou quando toda a matéria (massa, energia) estava concentrada em uma região muito pequena. Considera-se isso como estado primitivo do Universo e calcula-se a idade astronômica a partir desta época. Levando-se em conta certos pressupostos quanto a velocidade de expansão, **a idade do Universo é calculada em 11 ou 12 bilhões de anos.**

# Composição Química do Universo

- É obtida pelo exame espectroscópico da radiação solar e estelar, pela análise dos meteoritos e pelo que sabemos da composição da Terra e dos outros planetas. A observação espectroscópica mostra os elementos responsáveis pela radiação e uma análise cuidadosa das intensidades das linhas do espectro é possível fazer estimativas aproximadas das quantidades relativas dos diferentes elementos presentes nas camadas exteriores do corpo radiante. Os dados sugerem que o Universo é constituído pelos mesmos elementos químicos que conhecemos.

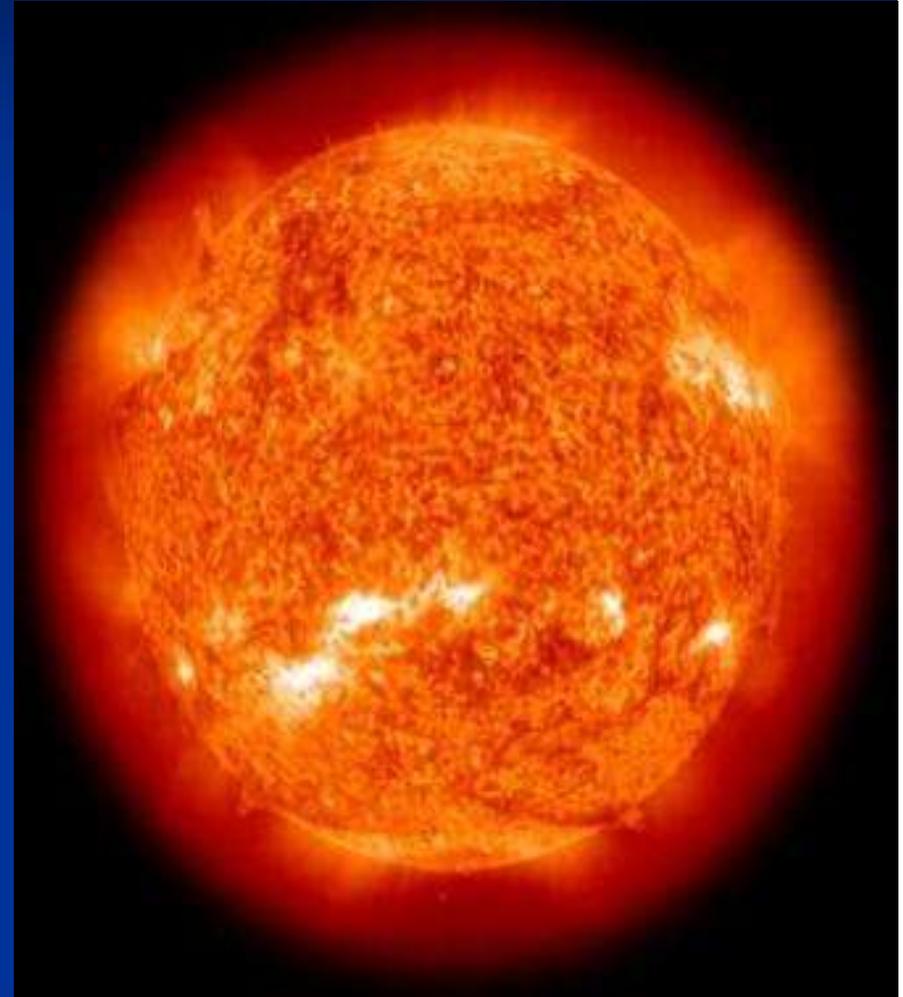
# O Sistema Solar

- O Sistema Solar é o nosso sistema planetário.
- Formado pelo sol, planetas e seus cometas, asteróides, cometas e meteoritos.



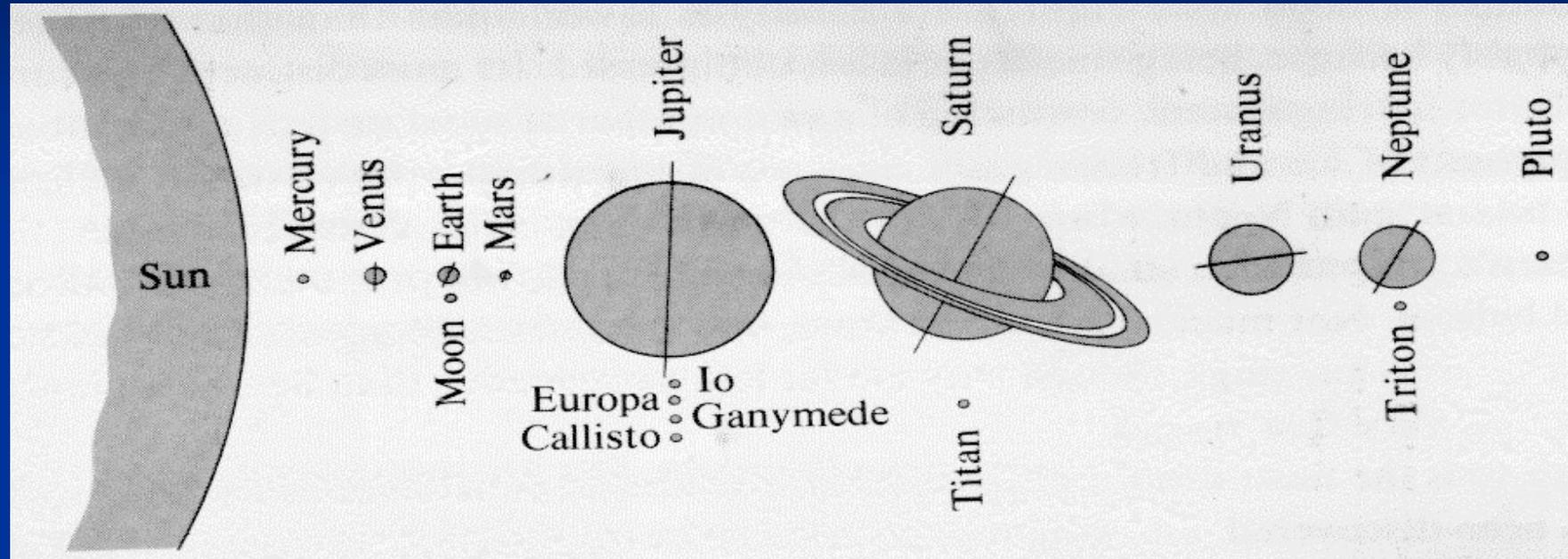
# O SOL

- estrela com forma semelhante a uma lente, com um raio aproximado de 695.000 km. Estudos espectroscópicos mostram que a maioria dos elementos químicos conhecidos estão presentes na atmosfera solar.
- Encontra-se a 150 milhões km da Terra.
- É constituído por gás, na sua maioria hidrogênio ionizado
- O Sol libera um conjunto de radiação e partículas carregadas que são ejetadas e se propagam pelo Sistema Solar a que se dá o nome de vento solar.



# Planetas

- em ordem crescente de distância do Sol são:



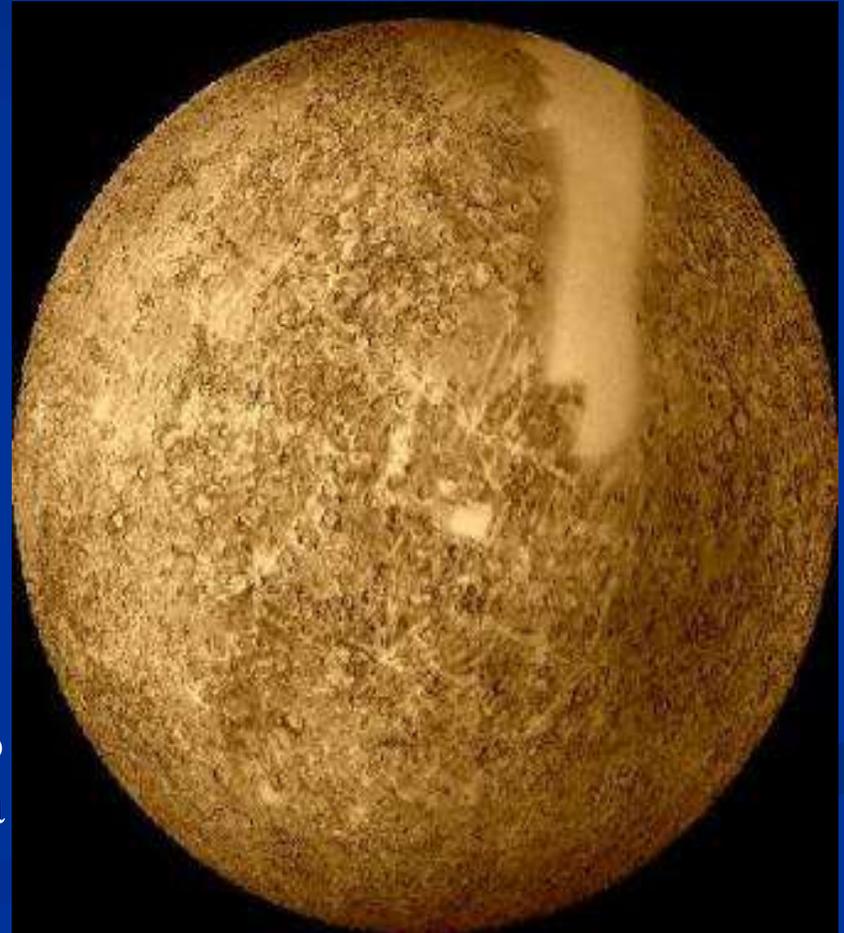
**Planetas Internos (rochosos):** Mercúrio, Vênus, Terra e Marte - características- pequenas dimensões, pouca massa e elevada densidade. Constituídos de rochas silicáticas e núcleo provavelmente metálico. Possuem atmosfera rarefeita e exibem poucos ou nenhum. satélite.

**Planetas Externos (gasosos):** Júpiter, Saturno, Urânio e Netuno - características grandes dimensões, muita massa e baixa densidade. Superfície coberta por espessas camadas de gases. Possuem atmosfera densa e exibem um grande número de satélites.

# Planetas Internos

- é o planeta mais próximo do Sol. Com a sua pequena massa não possui gravidade suficiente para reter uma atmosfera densa. A sua tênue atmosfera é constituída essencialmente por átomos de argônio e hélio libertados da superfície pelo vento solar.
- Não há processos de erosão nem proteção contra os meteoritos, como acontece na Terra, a sua superfície é muito semelhante à da Lua, marcada por milhares de crateras de impacto.
- Este pequeno planeta pode ser visto através de binóculos mas, como está muito perto do Sol, é difícil de ser encontrado na luz crepuscular.

## Mercúrio



# Venus

- Segundo planeta do [Sistema Solar](#).
- semelhante à Terra na sua constituição e massa, contudo as diferenças são notórias.
- A sua temperatura ultrapassa os 450 °C e a sua atmosfera é muito densa constituída principalmente por dióxido de carbono e gotículas de ácido sulfúrico.
- A pressão atmosférica é 90 vezes superior à terrestre. A sua atmosfera é responsável pelo [efeito de estufa](#) que aquece o planeta. As nuvens, que existem na sua atmosfera, refletem uma grande parte da luz solar, fazendo com que Venus seja habitualmente o planeta mais visível da Terra.



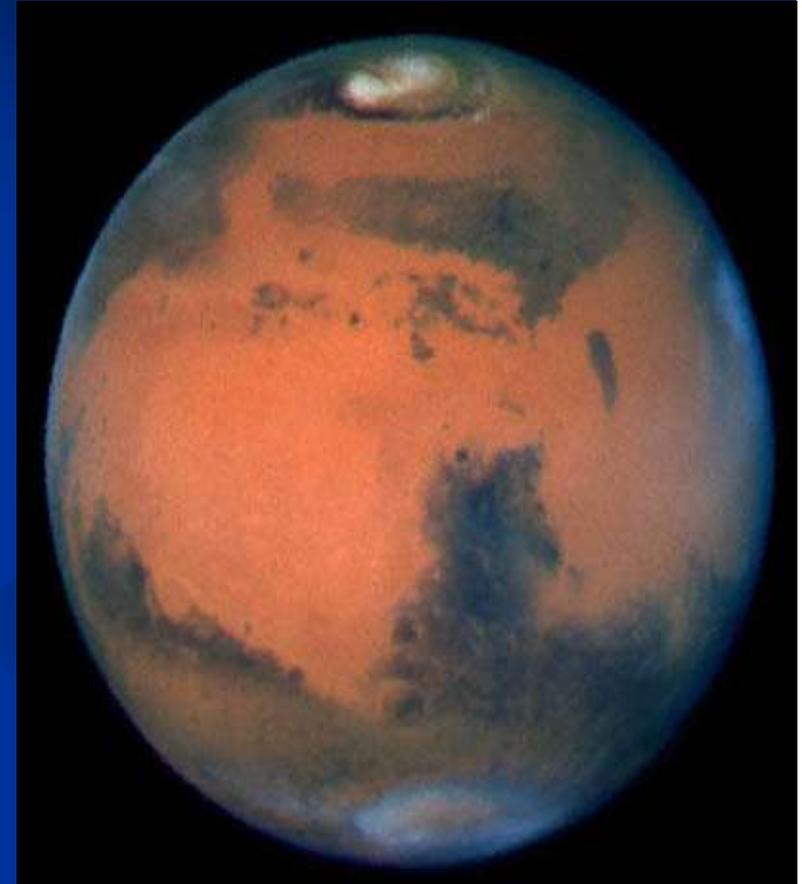
# Terra

- É o terceiro planeta mais próximo do Sol e apresenta um satélite natural, a Lua.
- É o quinto maior planeta do Sistema Solar e a sua distância ao Sol é de 150 000 000 de km. A esta distância chama-se unidade astronômica (UA). A luz (velocidade da luz = 300 000 km/s), emitida pelo Sol, demora oito minutos a chegar à Terra.
- A atmosfera é constituída por 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases (vapor de água, dióxido de carbono).
- Cerca de 70% da superfície terrestre encontra-se coberta por água, sendo único planeta do Sistema Solar cuja temperatura permite a existência de água nos três estados físicos.
- é geologicamente ativo apresentando sismos e vulcões, possui igualmente um campo magnético.



# Marte

- Marte o planeta vermelho é o quarto planeta a contar do Sol. Há muito tempo que se especula sobre a existência, atual ou passada, de vida em Marte. É no entanto muito improvável a existência de qualquer forma de vida.
- apresenta registros antigos de atividade vulcânica. O maior vulcão é o Monte Olimpo com cerca de 20km. Marte possui frequentes tempestades de pó que podem demorar semanas.
- Ao seu redor existem dois pequenos satélites: Phobos e Deimos.



# Planetas Externos

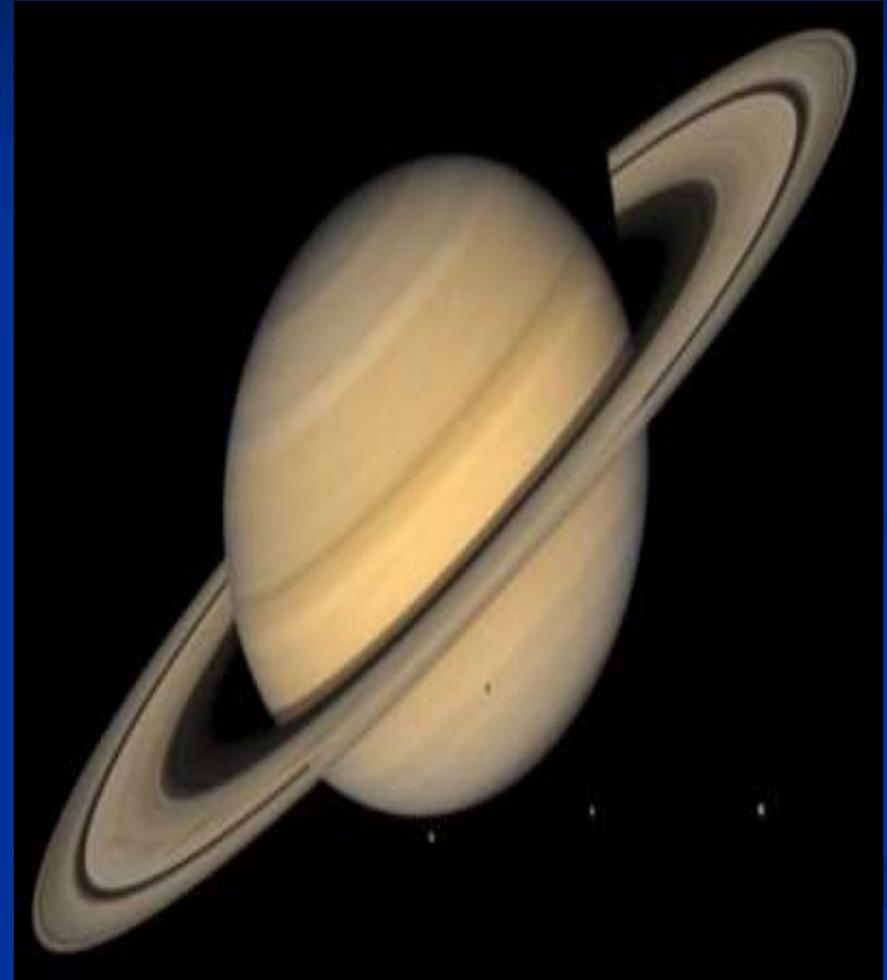
- É o maior planeta do Sistema Solar, com uma massa 318 vezes superior à da Terra. No seu interior caberiam todos os outros planetas do Sistema Solar. Júpiter se fosse mais maciço, não seria um planeta mas uma estrela.
- Possui uma grande mancha vermelha que é formada por uma tempestade existente nas suas nuvens há mais de 300 anos.
- O astrônomo Galileu Galilei, em 7 de Janeiro de 1610, no seu jardim em Pádua (Itália), observou pela primeira vez quatro luas (satélites naturais) de Júpiter. Atualmente, com os novos telescópios e sondas, foram descobertos muitos mais.
- com os seus 63 satélites constitui um pequeno sistema planetário. Muitas das luas exteriores são provavelmente asteróides capturados pela gravidade do planeta gigante. Destacam-se os seguintes satélites: Io (astro do Sistema Solar com a maior atividade vulcânica), Europa (encontra-se debaixo da sua crosta gelada um oceano líquido), Ganimede (o maior de todos os satélites, maior que Mercúrio e Plutão) e Calisto.

## Júpiter



# Saturno

- Dos cinco planetas conhecidos desde a antiguidade, Saturno é o mais distante. É conhecido como o planeta dos anéis.
- Galileu em 1610, observou Saturno através de um telescópio e verificou qualquer coisa que o rodeava. Em 1659, o astrônomo holandês Christiaan Huygens anunciou que, o observado por Galileu, era um anel. Na verdade não existe um, mas sim um conjunto de vários anéis.
- Possui pelo menos 46 satélites.



# Urano

- Foi o primeiro planeta descoberto com a ajuda de um telescópio. A sua descoberta deve-se a William Herschel, em 1781.
- O planeta tem uma inclinação de 98%, em relação ao plano da sua órbita, o que significa que o planeta praticamente está deitado de lado, enquanto gira em torno do Sol. Tem um movimento retrógrado tal como Vênus.
- Possui 27 satélites.



# Neptuno

- É o oitavo planeta do Sistema Solar.
- Foi o primeiro planeta a ser previsto através de cálculos matemáticos mesmo antes da sua observação. Neptuno possui uma trajetória só explicada pela existência de outro planeta. Foi descoberto em 1846, dezessete dias mais tarde a sua maior lua Tritão foi descoberta.
- Atualmente são conhecidos 13 satélites.



# Plutão

- Era o menor de todos os planetas do Sistema Solar, o mais frio e mais distante do Sol. Foi descoberto em 1930.
- Possui um satélite: Caronte.
- \* **Plutão perdeu Status de planeta**
- Desde 24 de Agosto de 2006, a nova definição diz: para que um corpo celestial possa ser considerado um planeta ele deve orbitar em torno de uma estrela, ter massa suficiente para ter gravidade própria e assumir uma forma arredondada e ser dominante na órbita que apresenta. Esta última norma foi determinante para desclassificar Plutão do seu estatuto de planeta, e passou a ser considerado como Planeta Anão.



# Outro Planeta do S. Solar

- Astrônomos norte-americanos anunciaram a descoberta de um novo planeta no Sistema Solar. É maior que Plutão e está a 14,5 mil milhões de quilômetros do Sol. É o primeiro corpo, do Sistema Solar, descoberto no século XXI. O planeta teve nome provisório de 2003-UB313 e foi confirmado no dia 8 de Janeiro de 2005, através do Telescópio Samuel Oschin, no observatório de Monte Palomar (Califórnia). O planeta foi batizado como Eris. O corpo celeste pode ser classificado de planeta devido ao seu tamanho, mais do dobro do tamanho de Plutão. O novo astro já tinha sido fotografado no dia 31 de Outubro de 2003, mas estava muito distante e só foi possível determinar o seu movimento através da análise de novas imagens. Segundo a nova definição de planeta de 2006, Eris e plutão foram classificados como planetas anões, sendo Eris o maior deles (<https://solarsystem.nasa.gov/planets/dwarf-planets/eris/in-depth/>).

# Asteróides

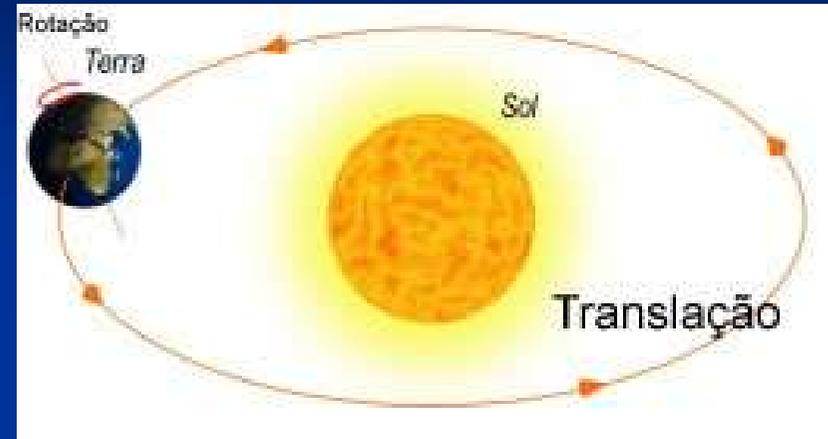
- Corpos de dimensões variáveis que orbitam entre Marte e Júpiter.

# Características do Sistema Solar

- O Sol contém mais de 99% da massa o Sistema
- Todos os planetas giram na mesma direção ao redor do Sol, em órbitas elípticas situadas quase no mesmo plano.
- Os próprios planetas giram em torno de seu eixos na mesma direção que a sua revolução em torno do Sol (exceto Urano que tem rotação retrógrada).
- A maior parte do momento angular do Sistema está concentrada nos planetas e não no Sol a despeito da massa do Sol.
- **Os planetas mostram um espaçamento especialmente regular, tal como expresso pela lei de Titus-Bode.**

# Movimentos

- Os planetas apresentam dois tipos de movimento: translação e rotação.
- Os planetas apresentam uma trajetória em torno do Sol, devido à força de gravidade, que se denomina movimento de translação. As órbitas dos planetas são normalmente elípticas, embora os planetas interiores apresentem órbitas quase circulares.
- A Terra demora 365,25 dias a efetuar a sua órbita. É este o movimento responsável **pelas estações do ano no nosso planeta.**
- Dá-se o nome de rotação ao movimento giratório que os planetas realizam ao redor do seu eixo (na Terra o eixo de rotação está inclinado  $23^\circ$  em relação ao eixo de revolução -órbita).



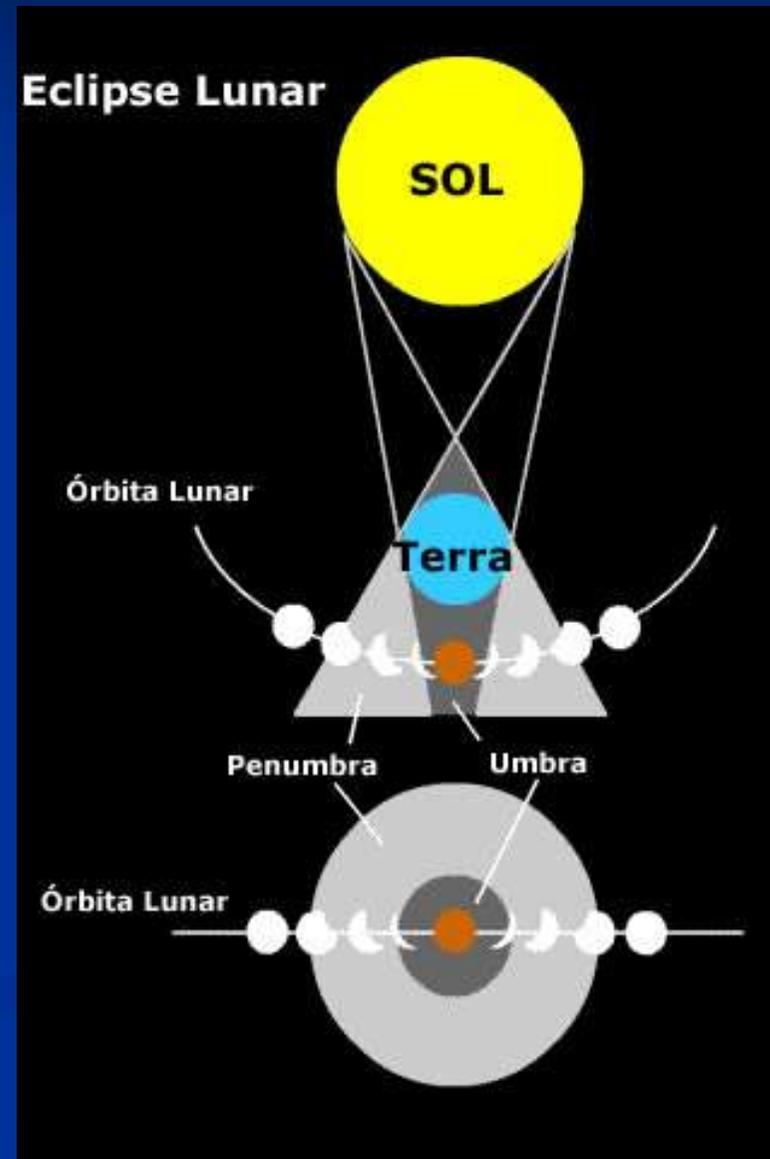
No planeta Terra o seu período (tempo que leva para girar 360 graus - uma volta completa) é de 23 horas 56 minutos 4 segundos e 9 centésimos (23h 56m 04,09s). É o movimento responsável pelo nascer e pôr do Sol.

- O movimento dos planetas provoca por vezes uma ocultação de um determinado astro em relação a outro, a esse fenómeno dá-se o nome de eclipse.

# Eclipses

## ■ Eclipse Lunar

- Eclipse é uma ocultação total ou parcial da luminosidade ou da visibilidade de um astro pela interposição de outro astro.
- uma eclipse lunar ocorre quando a Lua penetra na sombra projetada pela Terra.



# Momento Angular

- Define-se momento angular de uma partícula em um ponto como sendo:

- $M = mwr^2$

onde  $m =$  massa da partícula

$w =$  velocidade angular da partícula

$r =$  distância da partícula ao ponto considerado

# Momento Angular do S. Solar

- Todos os momento dos planetas são calculados em relação ao SOL, pois são eles que giram ao redor do Sol.
- O  $M$  do Sistema Solar é a soma dos  $M$  dos planetas. Assim temos:  
 $M$  do sol em relação a ele mesmo =  $mwr^2$ . (ele gira em torno dele mesmo)

O M total da Terra é dado por dois momentos -

1- em relação ao Sol e

2- em relação a ela mesma.

$M1 = mwr_T^2$  em relação a ela mesma

$M2 = mwr^2$  em relação ao Sol

Então o Mtotal da Terra será:

$MT = M1 + M2$  O mesmo calculo é feito para os outros planetas

M do S.Solar =  $M_T + M_{\text{marte}} + \dots$

# Lei de Titus-Bode

- Os planetas mostram um espaçamento especialmente regular, tal como expresso pela lei de Titus-Bode.
- Entre Marte e Júpiter existe o Cinturão de Asteróides = planeta que não se formou ou que explodiu!

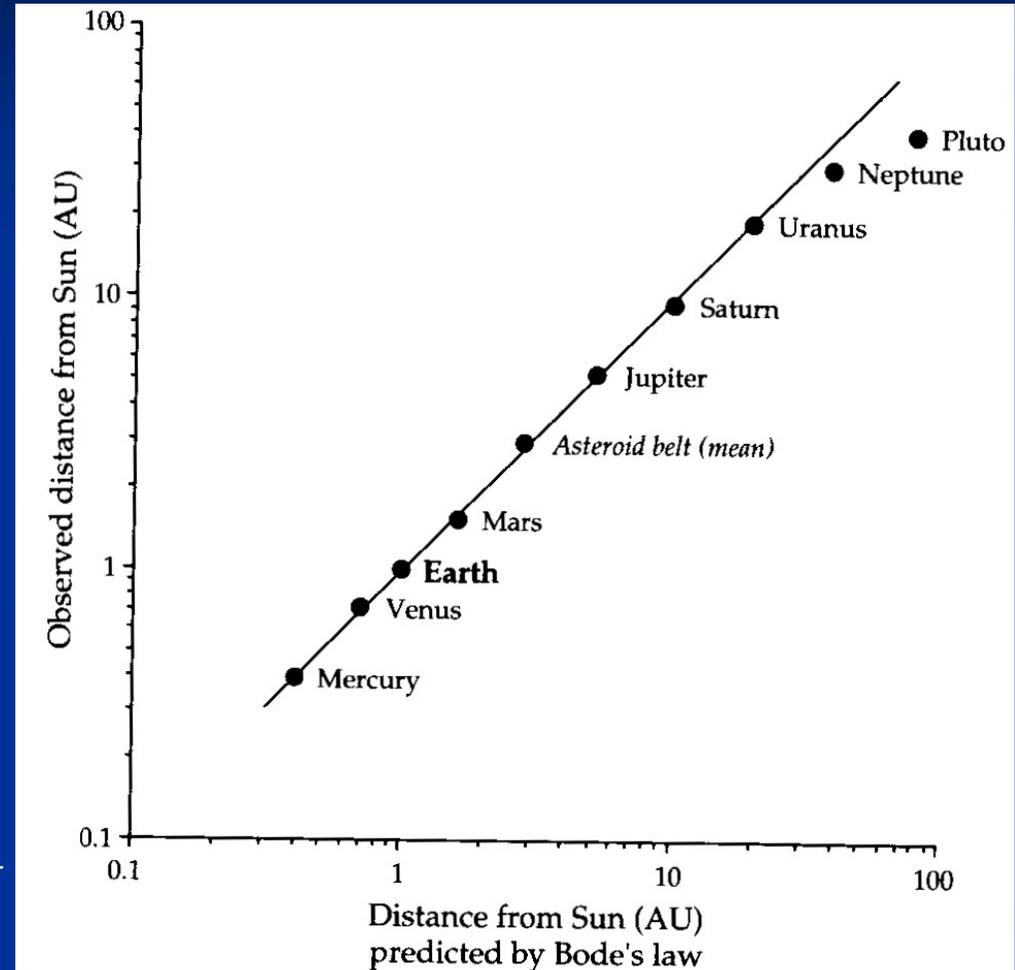


Fig. 1.4 Bode's empirical law for the distances of the planets from the Sun.

# Origem do Sistema Solar

- Existem duas escolas de pensamentos- Catastróficas e não Catastróficas. – consideram o Sistema derivado de um Sol ancestral ou nebulosa solar primitiva.
- Catastróficas – exige forças externas para a formação dos planetas.- explicam a assimetria entre Massa/Momento Angular, mas não explicam a organização do Sistema.
- não Catastróficas – exige forças internas. Não explicam a assimetria entre Massa/Momento Angular

# Teoria mais Aceita

- Núcleo de massa de Sol primitivo (nebulosa) em rotação rápida rodeada por um envólucro extenso (forma de lente) constituído de partículas sólidas (**Planitesimais**) e gás em movimento turbulento, a temperatura deveria diminuir radialmente a partir desse núcleo. No envólucro formou-se vórtices semelhantes a redemoinhos, causando acumulações locais de matéria que se agregaram para formar os Planetas.

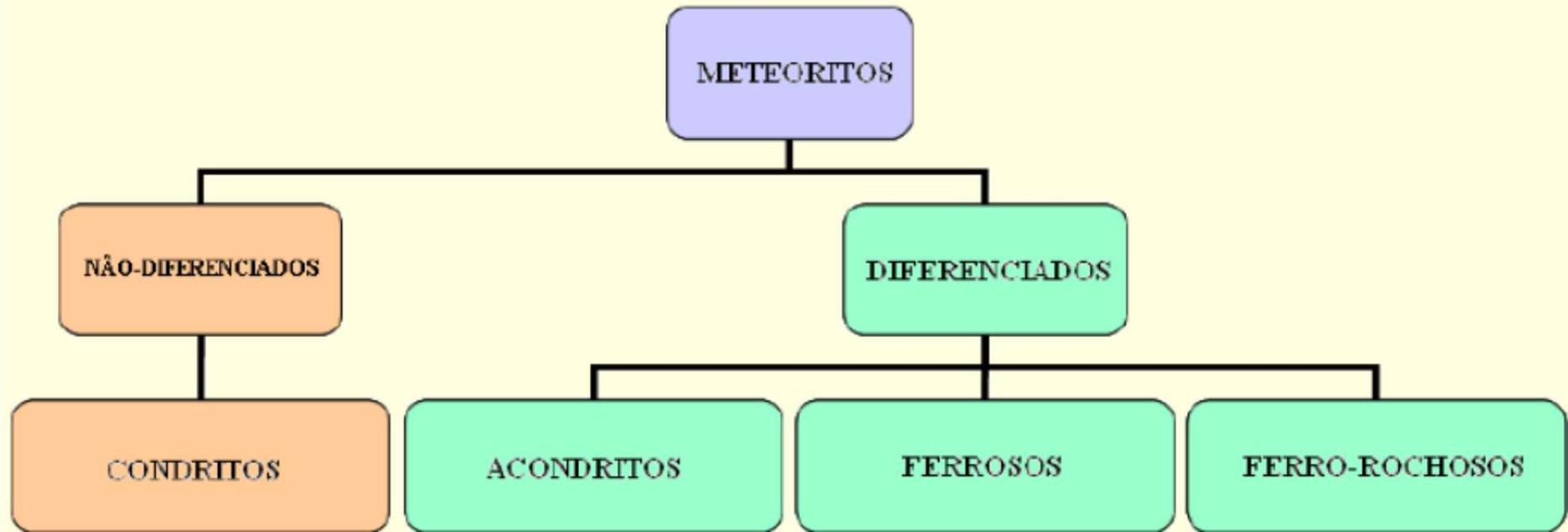


# Meteoritos

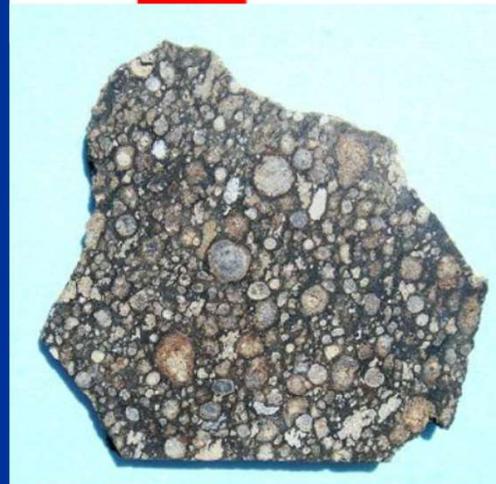
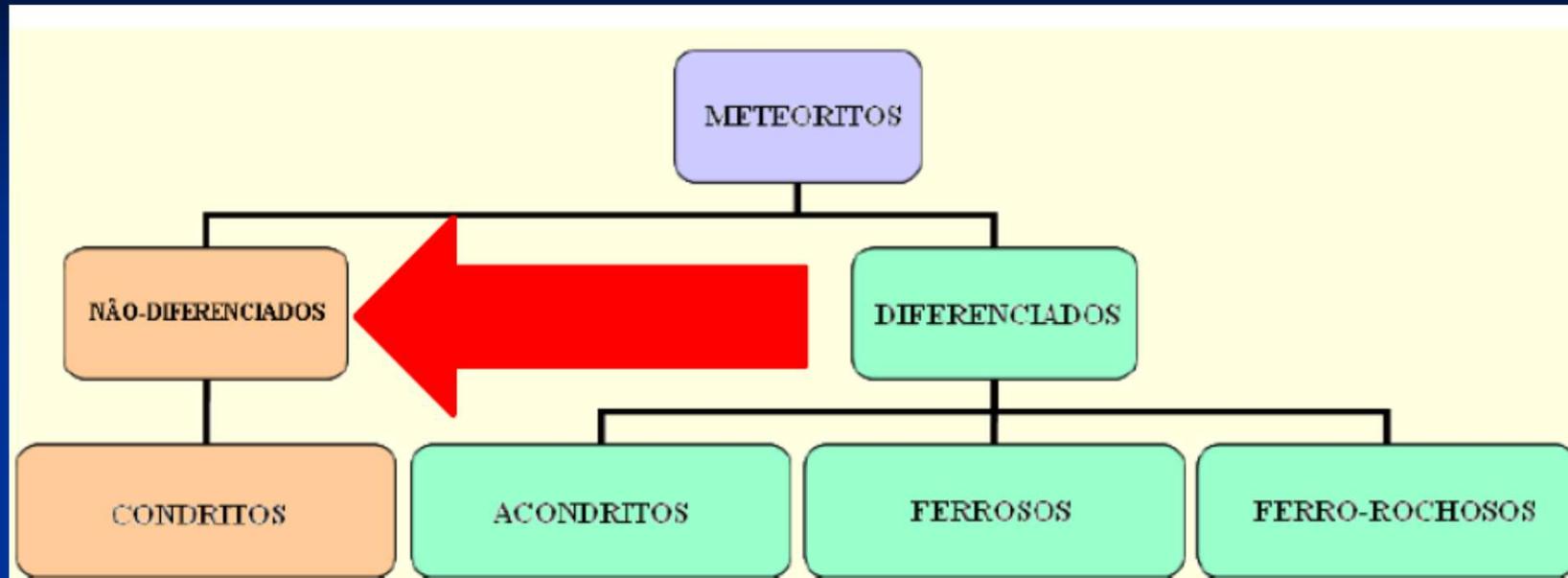
- São fragmentos Extraterrestres que caem na Terra.
- Fragmento restante de material rochoso ou ferroso que alcança o chão após atravessar a atmosfera terrestre.
- Origem – revelada pela fotografia da orbita do meteorito de Primbam (Republica Tcheca) – realizada em dois locais diferentes --- **Cinturão de Asteróides**
- **Existem dois grupos de Meteoritos.** (diferenciados e não diferenciados)



# Tipos de Meteoritos



# Condritos

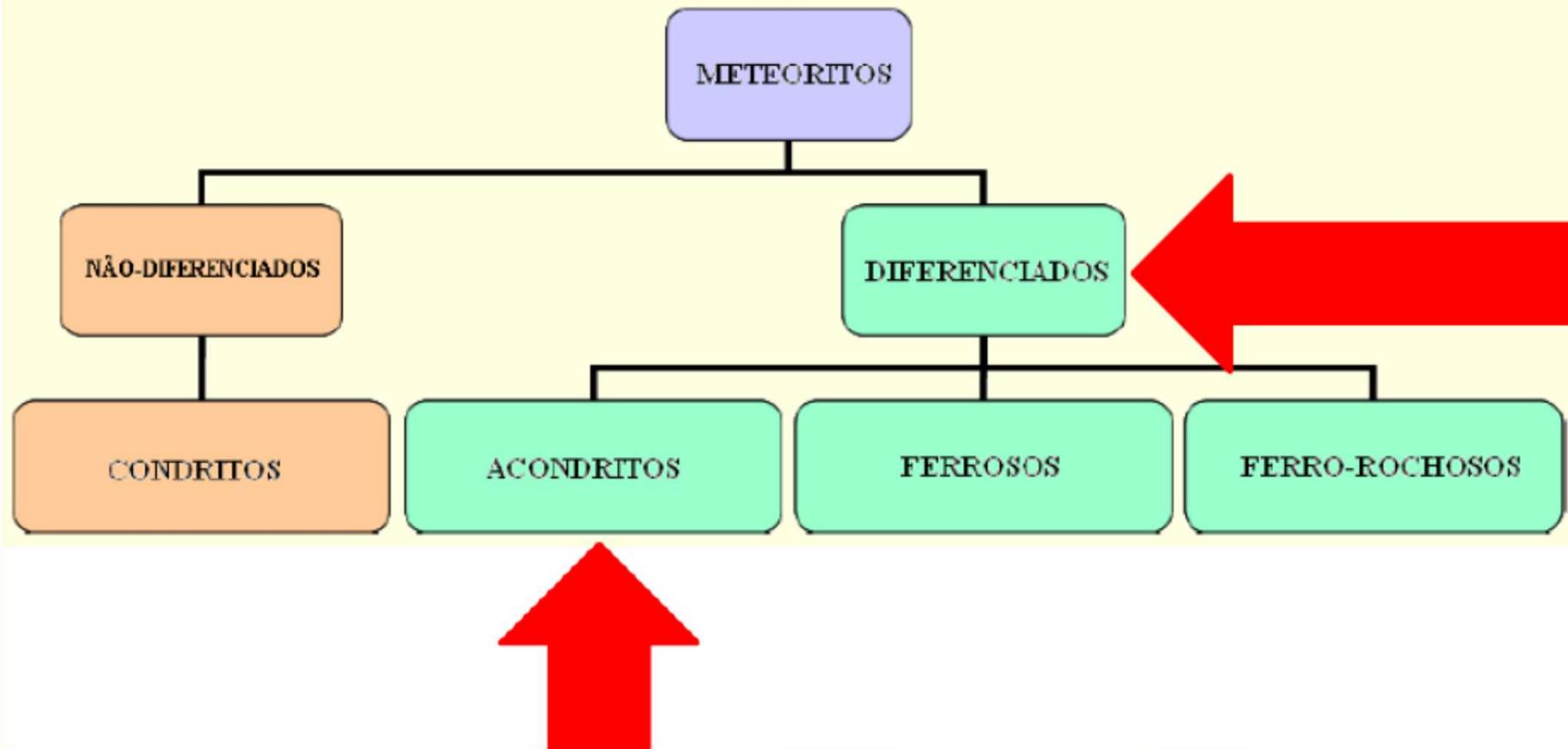


# Condritos

- Não são semelhantes aos materiais terrestres (~ 87% dos espécimes coletados). Apresentam “**condrulos**” –glóbulos elípticos ou esféricos de composição silicática, principalmente de olivinas e piroxênios- numa matriz de fases silicáticas e metálicas. A existência desse “condrulos” sugere que esses meteoritos nunca sofreram aquecimento considerável e são chamados de **Não Diferenciados**.



# Acondritos

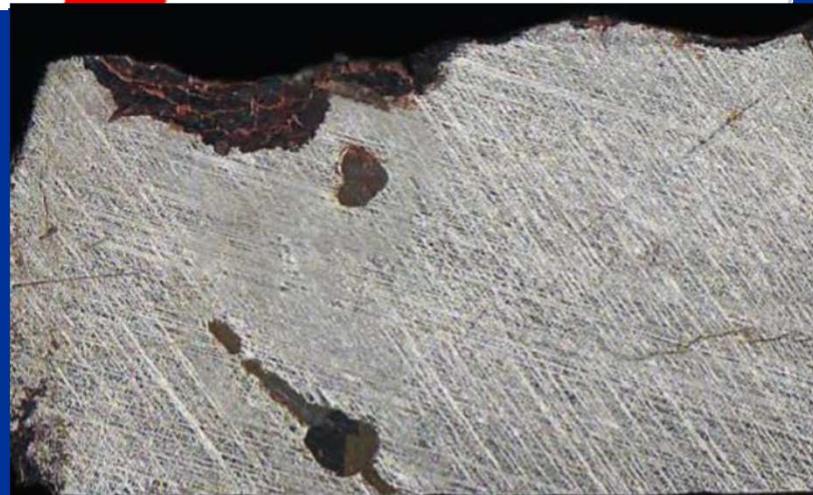
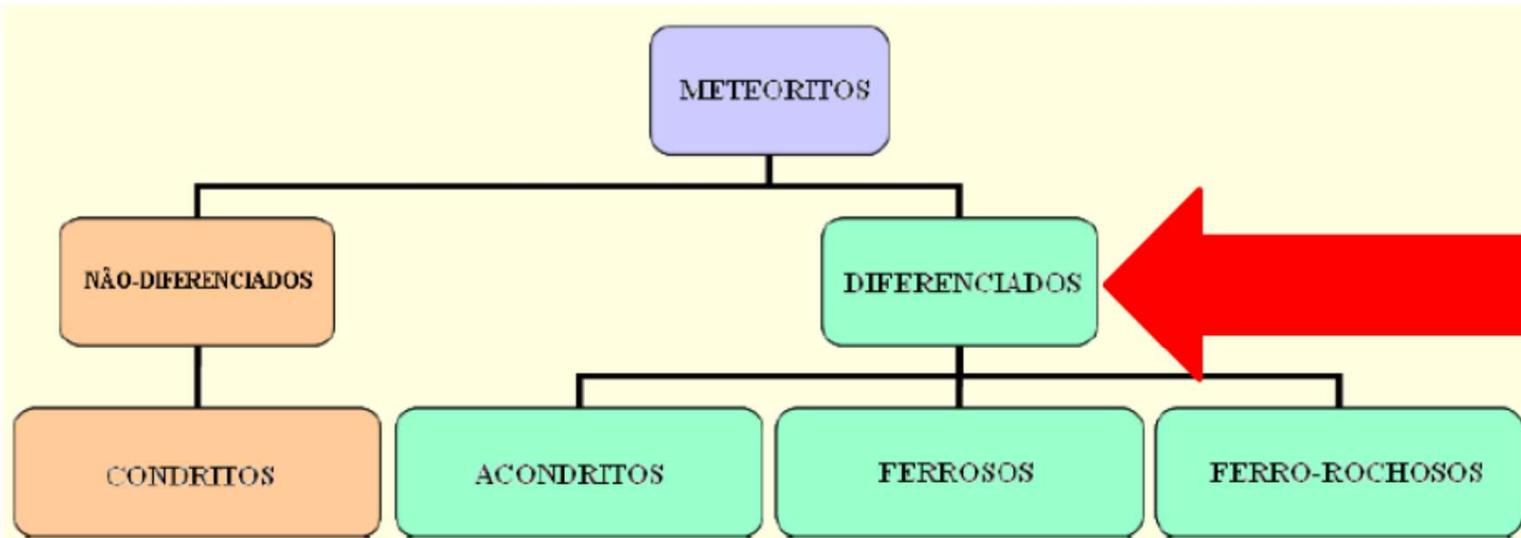


# Acondritos

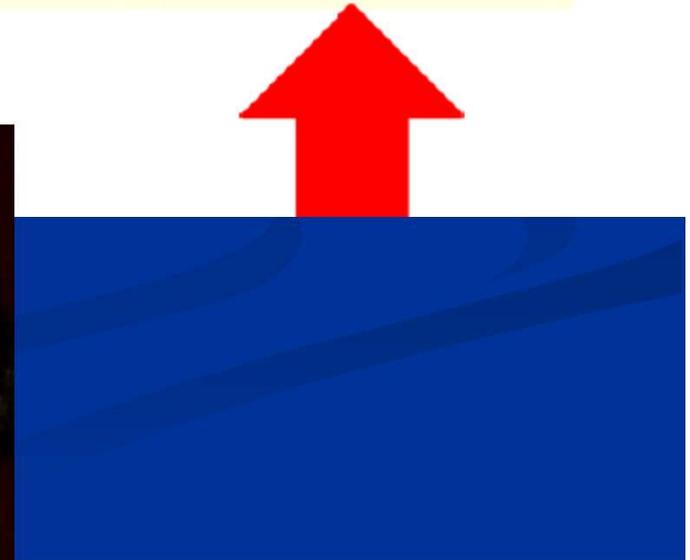
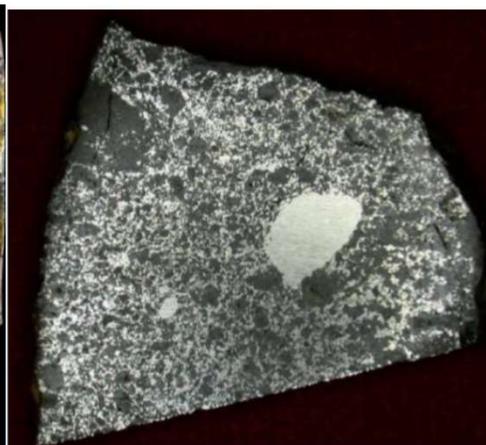
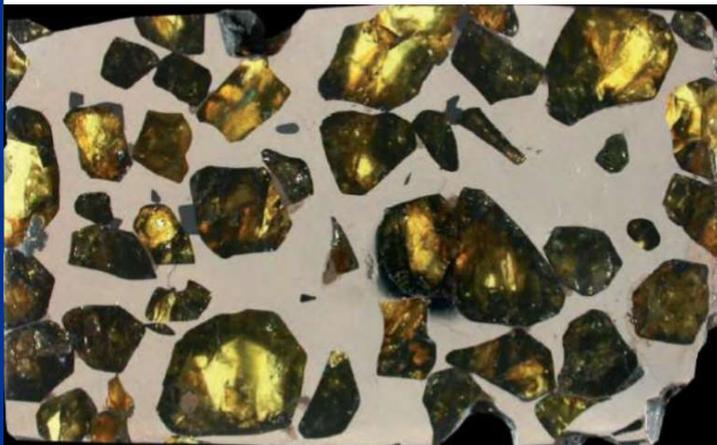
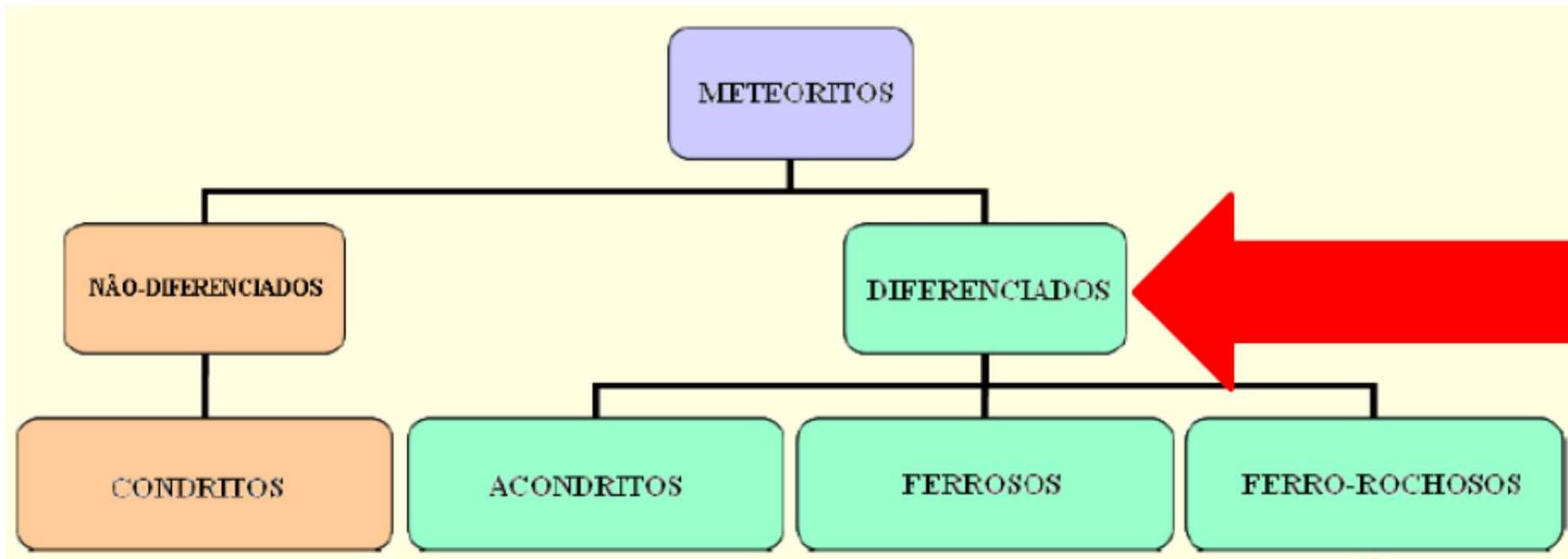
- semelhantes as rochas terrestre do tipo basalto, constituem cerca de 7% dos espécimes coletados. Não apresentam “condrulos” o que sugere que os Acondritos sofreram aquecimento e metamorfismo significativo e são chamados de **Diferenciados.**



# Meteoritos Ferrosos



# Meteoritos Ferro-Rochoso



# Importância dos Meteoritos

- Condritos- núcleo do PseudoPlaneta--- semelhante ao núcleo da terra!
- Origem da Terra Primitiva!

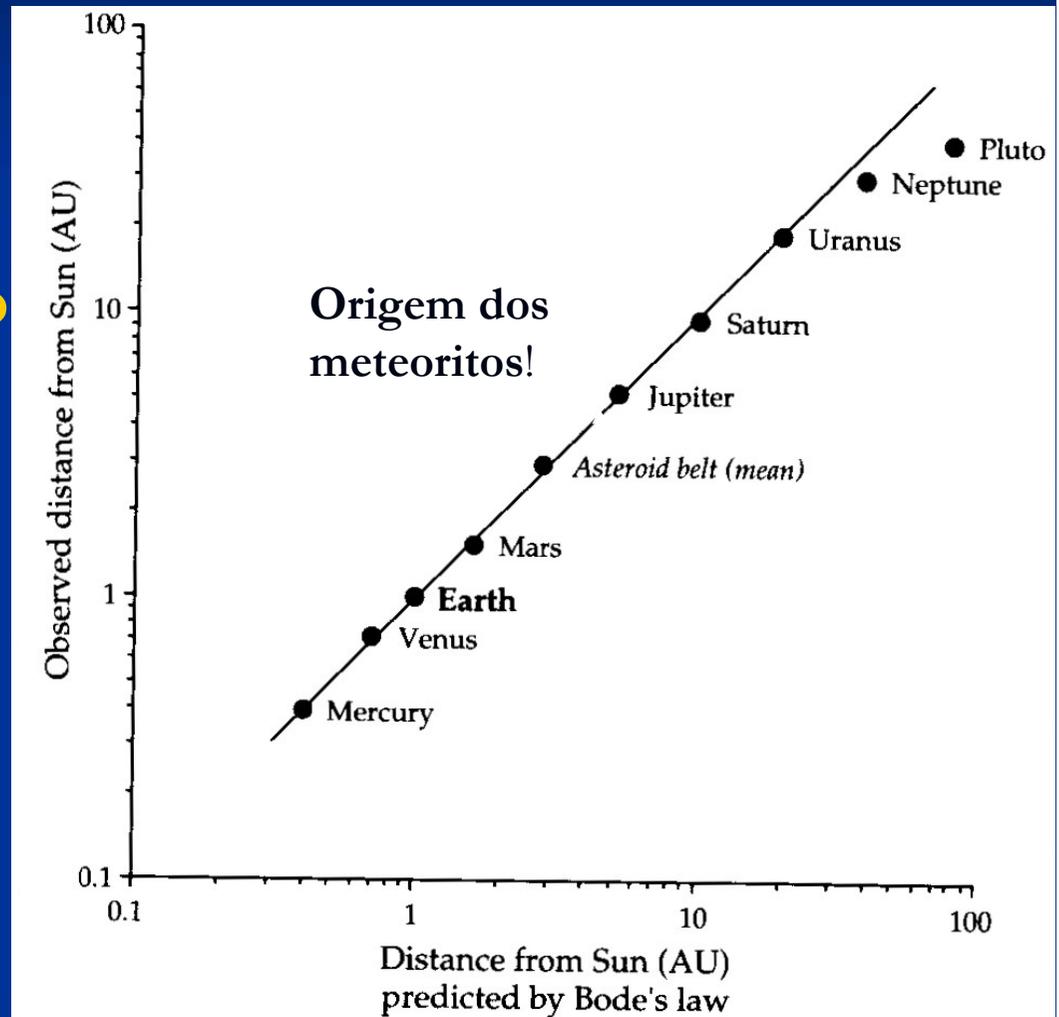


Fig. 1.4 Bode's empirical law for the distances of the planets from the Sun.

# Composição Química

- A comparação dos elementos químicos existentes no Sol, nos Meteoritos e na crosta da Terra Sugerem uma origem Condritica não só para a Terra, mas também para os demais planetas do Sistema Solar.

Composição	Abundância (% massa)
SiO <sub>2</sub>	29,50
MgO	25,99
FeO	4,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,66
CaO	2,54
Na <sub>2</sub> O	1,22
Fe	25,57

# Idade do Sistema Solar

- O Sistema Solar pode ser considerado um sistema fechado e sua composição em termos de elementos químicos é a mesma que existia quando ele se formou, exceto na medida que esta composição foi modificada pela conversão, no Sol, de H em He e pela desintegração radioativa. A base desta suposição é que o material do Sistema foi segregado em um tempo definido (ponto zero da escala de tempo) e a constituição primitiva foi modificada subsequentemente pela desintegração radioativa. A idade dos elementos é calculada, então, a partir do tempo em que a série naturalmente radioativa consistia inteiramente nos elementos pais.

# Série dos principais elementos radioativos naturais:

Elemento Radioativo (Pai)	Meia-Vida – aproximada em bilhões de anos	Produto Final Estável (Filho)
$^{238}\text{U}$	4,5	$^{206}\text{Pb}$
$^{235}\text{U}$	0,71	$^{207}\text{Pb}$
$^{232}\text{Th}$	14	$^{208}\text{Pb}$
$^{87}\text{Rb}$	48,8	$^{87}\text{Sr}$
$^{40}\text{K}$	1,3	$^{40}\text{Ar}$

# Idade do Sistema Solar

- Datações radiométricas (geocronológicas) por vários métodos, tais como; K-Ar, Rb-Sr, U-Pb, nos meteoritos revelam um idade de 4,5 bilhões de anos que também é considerada a idade do Sistema Solar.
- As rochas terrestres mais antigas possuem aproximadamente 3,5 bilhões de anos. Existe um hiato de tempo entre a provável idade da Terra e as rochas mais antigas. Este hiato está relacionado com o desenvolvimento e evolução da crosta terrestre.

# Planetas - Comparação

